

「稠密六方結晶中の欠陥」に関する アドリアティコ国際研究集会

(東北大学金属材料研究所 文部教官助手)

箕西 靖秀

(平成2年度国際会議等参加助成 AF-90022)

1. 開催日時：1990年8月14日～8月17日

2. 開催場所：イタリア（トリエステ市）

3. 会議開催に対する成果：

私は1990年8月14日から17日までイタリア国トリエステ市にある理論物理国際センターで開かれた「稠密六方結晶中の欠陥」に関するアドリアティコ研究集会に出席しました。この会議は、イタリアの理論物理国際センターが主催し、国際原子エネルギー機構とUNESCOの協賛により開かれたもので、発展途上国及び先進国からの参加者は合計75名というこじんまりとした会議であった。参加者は全員、国際センター管轄のゲストハウスに寝泊まりして、朝の8時30分から12時30分まで、昼休みは3時までたっぷりとした後、午後は5時30分までという具合に時間的余裕をたっぷり取った贅沢な会議であった。講演の殆どは招待講演であったが、各講演者の持ち時間は一定せず、50分講演と25分講演の2種から構成されていた。

取り上げられたテーマは非常に多岐に渡っていて、拡散や照射損傷と関連して点欠陥の性質、強度、破壊、塑性変形等と関連して転位、双晶境界の原子的な構造と動的性質の計算機シミュレーション、変形その場観察、粒界の動的性質の実験的研究等、稠密六方結晶の欠陥に関する問題の内、力学的性質に関するものは全てカバーされている感じであった。質疑応答も非常に活発に行われ、国内の会議では想像出来ないような場面が幾つかあった。例えば、一人の講演者に何人かの質問者

がよってたかって質問し、そばで聞いていて、こんなにまでやらなくてもと思う位にまで講演者の考え方を批判するのである。それでも、講演者の方は何の悪びれるところもなく、降壇すると何事もなかったようにお互いに談笑しているのを見ると欧米人は非常にドライで、彼らの科学に対する態度が如何に真面目であるかを改めて思い知らされた感じであった。

この会議に参加して羨ましく思った事がある。それは会議がイタリアの東北端のトリエステで開かれた為、多くのヨーロッパ人は家族同伴で来ていたことである。或晩に開かれた夕食会に参加した人数が、会議に出席していた人数より倍以上多いこと、それも子供の人数が多く、グループを間違えたかと思う位だったことからそのことが分かった。後で英国人の友達に聞いたところによると彼らの多くはヴァカンスの途中であるとの事であった。日本から飛行機と列車を乗り継いで30時間以上もかけてたどり着いた土地に彼らは家族と共にドライブを楽しみながら来ていたのであった。日本でも、夏の学校等どちらかと言うと半分、休暇を楽しむと言う雰囲気の出会がよくありますがこの場合は国際会議でないことが多く、ほんの内輪の会合の域を出ないのに対し、欧米、特にヨーロッパでは小さな会議であれば国際会議を企画することも容易であろうし、旅費のことをあまり心配せずに参加することが出来るだろうと思える事などから羨ましく思った次第である。実際、夏季休暇中にヨーロッパのあちこちで小さい国際セミナーが開かれていることは事実である。

本研究集会で私は招待講演を依頼され、「 DO_{19} 型構造を持つ Ti_3Al 単結晶の塑性変形」と題する講演を行った。 Ti_3Al は約 $1180^{\circ}C$ で $\beta-\alpha$ 変態するため単結晶を得ることが困難で、これまで多結晶を使った研究は数多く成されているが単結晶を使った研究は本研究が初めてであるため好評であった。講演の要旨は以下の通りです。

$h.c.p.$ 構造を持つ金属及び固溶体合金は稠密方向に基底面または柱面に沿って最も容易に滑る。しかし、これらの $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系だけでは C 軸方向の歪を緩和することが出来ず、多結晶中の各結晶粒が任意の変形をするには C 軸方向の変形に寄与する変形モードが必要である。この種の変形モードとしては $h.c.p.$ 純金属及び固溶体合金に於いては双晶と $\langle 11\bar{2}3 \rangle$ 系がある。一方、 $h.c.p.$ 構造の DO_{19} 型金属間化合物では双晶が殆ど起こらないことが知られているため、この種の化合物では C 軸方向の変形に寄与する重要な変形モードを一つ欠いている事になり、十分な延性を達成するのが困難と考えられる。実際、 Ti_3Al 多結晶は $800^{\circ}C$ 程度まで殆ど伸びを示さない事が報告されている。この様な多結晶の延性を十分理解する為には単結晶を使った実験により各 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系、特に C 軸方向の歪に寄与する $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系の特徴を知る事が重要である。本研究では主要な三種の方位を持つ単結晶を広い温度範囲に渡って圧縮試験を行い、光学顕微鏡と電子顕微鏡によりすべり線観察と転移組織観察を行い各 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系の特性を調べた。得られた結果は以下のようにまとめられる。

1) 柱面 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系 試料はこの $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系により滑らかに降伏し、加工硬化は小さく一見 $f.c.c.$ 金属に於けるステージIに似た応力-歪曲線を示す。すべり帯は直線的で、試料端部を除き試料表面に一様に分布していた。電顕観察により観察される転位は刃状転位で、弱ビーム観察の結果これらの転位は二

本の規則格子半転位に分解し、各々の半転位は更に複合積層欠陥を挟む部分転位に分裂していることが明らかになった。拡張面はどちらも柱面である。

2) 基底面 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系 このすべりに対するシュミット因子が0.5であるような試片を室温から $800^{\circ}C$ までの温度範囲で圧縮試験すると、 $400^{\circ}C$ 以下では応力-歪曲線に双晶形成に伴う様なセレーションが現れる。光顕観察によると、これは底面すべりが非常に不均一に起こる事と関連している。電顕で観察される転位は $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 方向に直線的に横たわったラセン転位である。

3) 錐面 $\langle 11\bar{2}3 \rangle$ 系 試片を C 軸に平行に圧縮すると最初滑らかに降伏し、光顕及び電顕観察の結果から活動する $\langle 11\bar{2}3 \rangle$ 系は $\langle 11\bar{2}3 \rangle$ 系であった。降伏応力は温度の上昇に伴い増加し、いわゆる逆温度依存性を示す。電顕で観察される転位は刃状またはそれに近い転位で、 LL_2 型の金属化合物で観察される降伏応力の逆温度依存性がラセン転位の交差すべりに基づくモデルで理解されているのと比較すると、刃状転位が上昇することにより $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 系とは異なる別の面に拡張することを考慮した新しい機構を考える必要がある。

以上、天田財団の援助を受け「稠密六方結晶中の欠陥」に関するアドリアティコ研究集会に参加した時の印象と私の行った講演内容の概略を述べました。最後に本会議は稠密六方結晶の欠陥に関する問題を集中的に議論することを目的として企画されたもので、これまでこの方面の研究に永年携わってきた者の一人として、この会議に参加できたことは非常に有意義でありました。御援助頂いた天田金属加工機械技術振興財団に改めて心から感謝申し上げます。